

AVALIAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO NATURAL (AREIA) PELO AGREGADO MIÚDO DE BRITAGEM (PÓ DE PEDRA) QUANTO ÀS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO CONCRETO

Lucas Felipe de Matos (1), Patrícia Montagna Allem (2), Jorge Henrique Piva (3)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1) lucas_felipe.matos@hotmail.com (2) patricia.allem@hotmail.com (3) jhpiva@gmail.com

RESUMO

Visando contribuir para o estudo dos efeitos oriundos da substituição do agregado miúdo natural pelo de britagem quanto às características do concreto de cimento Portland, este trabalho estuda a utilização de dois materiais originados do processo de britagem: o pó de pedra basáltica e o pó de pedra granítica. Para tanto foram realizados ensaios normatizados para a caracterização dos materiais segundo a NBR 7211/2011. Para a análise das características mecânicas foram confeccionados 12 corpos de prova prismáticos de 10x10x35cm sendo que se utilizou três traços para realização do trabalho: um traço de referência, um traço com a substituição da areia pelo pó de pedra basáltica e um traço com a substituição da areia pelo pó de pedra granítica. Os ensaios de caracterização mostraram a grande diferença entre os agregados originados de britagem e o agregado natural, principalmente quanto à granulometria e a quantidade de material pulverulento presente nos agregados britados. Durante a confecção dos concretos, observou-se o alto consumo de água por parte dos pós de pedra, o que acarretou na necessidade de utilização de aditivo plastificante para manter o mesmo slump alcançado no traço realizado com o agregado natural. Outro fato característico do uso do pó de pedra basáltica como agregado miúdo é a aparente falta de argamassa da mistura, o que ocasionou dificuldade de adensamento do concreto nos moldes dos corpos de prova. Quanto à resistência a compressão, os resultados mostram uma queda de 14% da resistência quando utilizado o pó de pedra granítica, já o concreto confeccionado com o pó de pedra basáltica apresentou uma queda menos acentuada, da ordem de 6%.

Palavras-Chave: Agregado miúdo, pó de pedra granítica, pó de pedra basáltica, substituição.

1 INTRODUÇÃO

É conhecido que a construção civil tem papel significativo no desenvolvimento humano. Ao longo de milhares de anos moldamos o nosso meio ao nosso gosto e necessidade, sempre com a ajuda deste que é maior setor de consumo de recursos naturais da atualidade.

No Brasil, a cultura da utilização do concreto armado como estrutura para suas edificações causa preocupação devido aos materiais de origem natural utilizados na sua fabricação. Com quase 70% do volume total do concreto, os agregados possuem papel fundamental em sua composição, entre eles destaca-se a areia, agregado miúdo utilizado em larga escala pela construção civil (MENOSSSI, 2004).

Os agregados possuem custo muito inferior ao cimento, porém a economia não é a única qualidade deste item. Por muito tempo eles foram classificados como fisicamente inertes ao concreto, entretanto, com o avanço das pesquisas na área, percebeu-se que, além de possuírem baixo custo, muitas características do concreto estão diretamente relacionadas com o tipo e as características dos agregados utilizados (NEVILLE, 1997).

Ainda segundo Menossi, este material de origem natural geralmente é extraído próximo a rios e lagos, e a constante preocupação com a preservação ambiental tem incentivado a busca por alternativas para a substituição deste agregado miúdo natural por alternativas sustentáveis.

A utilização do pó de pedra como agregado miúdo não é recente, todavia a fácil extração e a abundância de agregados miúdos naturais (areias) fizeram com que este material fosse menos utilizado. Hoje, com novas leis ambientais, a alta procura, a necessidade de concretos mais resistentes e o alto custo do transporte em território nacional fazem com que os olhos se voltem para a utilização do pó de pedra como agregado miúdo (WEIDMANN, 2008).

O trabalho realizado por Rômulo Tadeu Menossi, mostra a viabilidade de utilização deste material, haja vista que o mesmo alcançou resultados satisfatórios quanto ao aumento da resistência a compressão em concretos confeccionados com este material, entretanto, as diversas características incomuns deste material, como sua granulometria, podem apresentar variações significativas nos resultados obtidos. Mehta e Monteiro (2008), apresentam diversos motivos para se analisar a granulometria e a dimensão máxima dos agregados miúdos, dentre eles, o mais importante é a sua influência sobre a trabalhabilidade do concreto.

Segundo Sbrighi Neto (2011), a composição granulométrica do agregado miúdo interfere diretamente na relação água cimento da pasta, agregados miúdos muito

grossos podem produzir misturas de concreto ásperas e não trabalháveis, enquanto as muito finas aumentam o consumo de água da mistura.

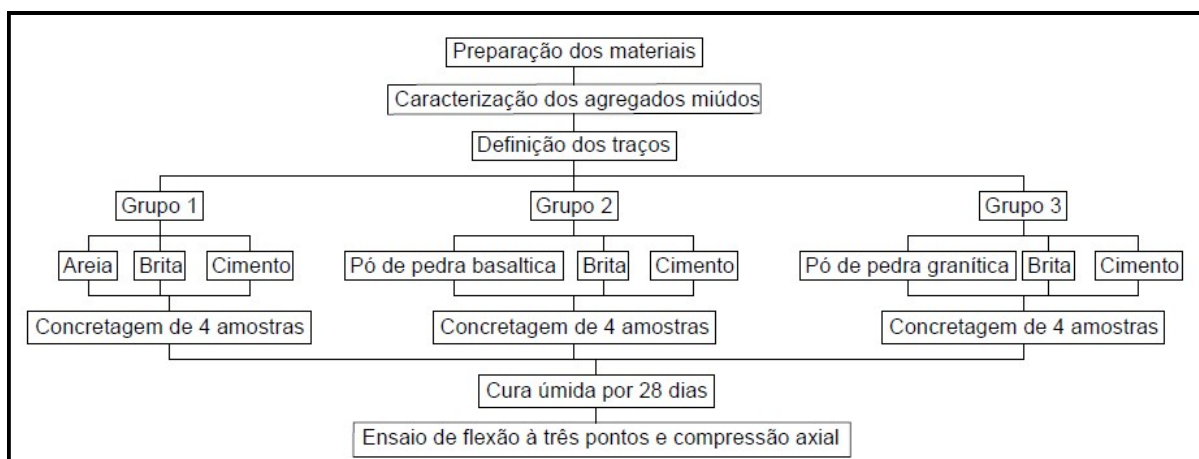
Este trabalho tem por objetivo estudar o comportamento do concreto quando substituído o agregado miúdo natural pelo agregado miúdo de britagem na confecção de concreto de cimento Portland, visando contribuir para o aumento do conhecimento e da segurança quanto à utilização deste material na região de Criciúma/SC.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os corpos de prova utilizados foram desenvolvidos de forma a proporcionar a realização de todos os ensaios com o mesmo exemplar visando melhor caracterização dos resultados. As dimensões características destes, respeitam o determinado pela NBR 5738/2015.

O trabalho consiste na confecção de 12 corpos de prova prismáticos de concreto, sendo 4 corpos de prova de referências com concreto de agregados convencionais (brita, areia e cimento), 4 corpos de prova com concreto confeccionado com a substituição da areia pelo pó de pedra granítica (brita, pó de pedra granítica e cimento) e 4 corpos de prova com concreto confeccionado com a substituição da areia pelo pó de pedra basáltica (brita, pó de pedra basáltica e cimento). O fluxograma do programa experimental é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma

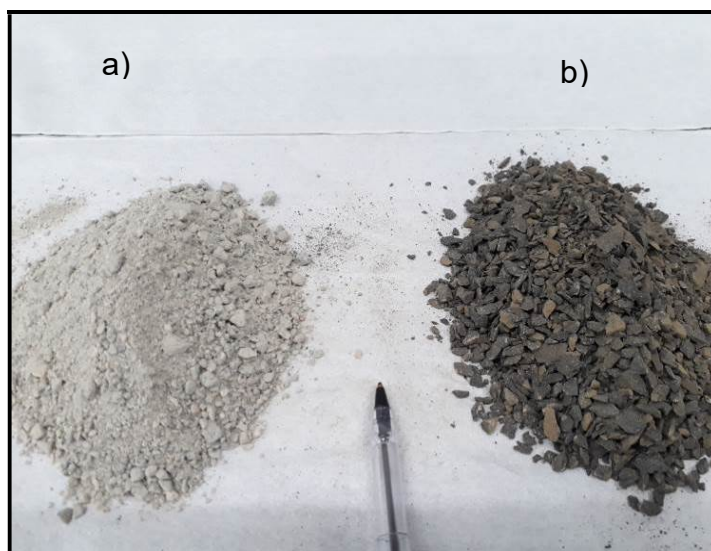


Fonte: Do autor, 2017.

2.1 MATERIAIS

Os materiais de análise, pó de pedra granítica e pó de pedra basáltica, utilizados neste artigo foram obtidos comercialmente na região de Araranguá e São José no estado de Santa Catarina. O cimento Portland CP-IV 32, o agregado miúdo natural, o agregado graúdo de basalto e o aditivo plastificante, TECFLOW 7000, foram disponibilizados pelo Laboratório de Materiais de Construção Civil do IPARQUE UNESC. A figura 2 apresenta os materiais em análise: a) pó de pedra granítica e b) pó de pedra basáltica.

Figura 2: Materiais em estudo



Fonte: Do autor, 2017

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Caracterização dos materiais

Os materiais utilizados foram previamente secos em estufa e resfriados a temperatura ambiente para posterior realização dos ensaios de caracterização. Não houve diferenciação quanto aos ensaios realizados para cada material, haja vista que o intuito do trabalho é a utilização dos pós de pedras como agregado miúdo do concreto, característica que a areia já possui. Visando obter completo entendimento

dos agregados em estudo, foram realizados ensaios laboratoriais normatizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil do IPARQUE UNESC. Foram determinadas as curvas granulométricas dos materiais através do ensaio preconizado pela instrução normativa NBR NM 248; As quantidades de torrões de argila e materiais friáveis foram determinadas através do ensaio preconizado pela norma NBR 7218/2010; A quantidade de material fino foi determinada através do ensaio preconizado pela instrução normativa NBR NM 46; As massas específicas foram determinadas através do ensaio preconizado pela instrução normativa NBR NM 52, aonde também foi possível a determinação da absorção de água de cada material.

2.2.2 Traço do concreto

Visando maior contato com a realidade das obras de pequeno porte, optou-se pela utilização do traço 1:3:3 mantendo o slump característico de 10 ± 2 cm para os três grupos. Durante a confecção dos concretos, percebeu-se que a relação água/cimento de 0,70 utilizada por Menossi em seu trabalho e inicialmente proposta para este, não corresponderia às expectativas iniciais de não adicionar aditivo plastificante aos traços realizados com os pós de pedras, haja vista que o traço de referência ficou inutilizável devido ao excesso de água na mistura, ocasionando assim, a segregação dos agregados e da pasta cimentícia. Através da adoção do método empírico, foi adicionada a quantidade necessária de aditivo para que o slump característico de todos os grupos permanecessem o mesmo.

2.2.3 Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos

O ensaio de flexão a três pontos realizado no Laboratório de Ensaios Mecânicos da UNESC possibilitou obtenção da resistência à tração do concreto na flexão. A NBR 12142/2010 apresenta os parâmetros aos quais os corpos de prova devem ser submetidos para realização do ensaio. O equipamento utilizado foi uma prensa eletromecânica, microprocessada, da marca EMIC de modelo DL10000 com uma

capacidade de carga de 100KN junto ao computador com software TESC - Test Script a qual dá a possibilidade de obtenção dos resultados procurados.

2.2.4 Ensaio de compressão axial

O ensaio foi realizado no Laboratório de Materiais de Construção Civil do Iparque UNESC para obtenção da resistência característica a compressão, conforme demonstrado na figura 3. A norma europeia CSN EN 12390-3 – “Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimen” apresenta os parâmetros aos quais os corpos de prova devem ser submetidos para a realização do ensaio. Após a ruptura dos CPs, as metades originadas no processo foram ensaiadas à compressão axial utilizando as faces laterais dos mesmos. Para realização do ensaio foi utilizada uma prensa hidráulica da marca EMIC modelo PC200CS, com capacidade máxima de 200 toneladas, junto a um computador com o software TESC - Teste Script.

Figura 3: Ensaio de compressão axial



Fonte: Do autor, 2017.

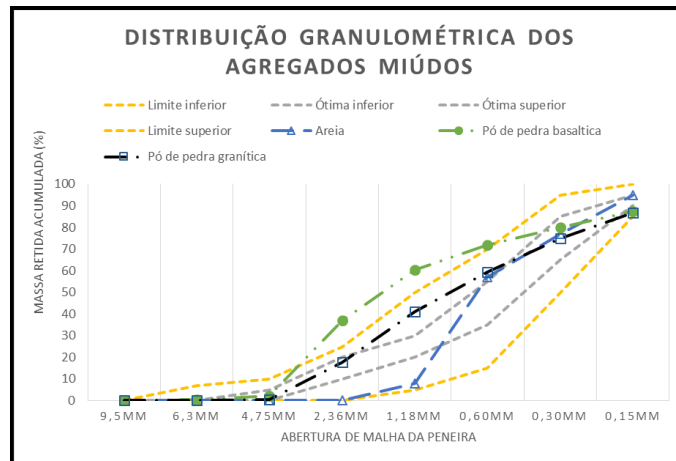
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS MIÚDOS

3.1.1 Composição granulométrica

A figura 4 apresenta as curvas granulométricas dos agregados miúdos utilizados no trabalho.

Figura 4: Distribuição granulométrica dos agregados miúdos



Fonte: Do autor, 2017.

Podemos perceber as diferentes características dos materiais utilizados a partir da distribuição granulométrica. Como visto na figura, a areia natural possui sua faixa granulométrica dentro dos limites estabelecidos pela NBR 7211/2011, porém, apresenta uma variação muito grande, indo do limite ótimo superior, na peneira de abertura de malha igual a 0,60mm, ao limite inferior, na peneira 1,18mm, o que caracteriza a falta de partículas desta dimensão.

O pó de pedra Basáltica apresenta excesso de partículas de dimensões de 2,36mm e 1,18mm, não apresentando assim, uma distribuição uniforme, além de estar fora dos parâmetros estabelecidos pela NBR 7211/2011 para os limites granulométricos dos agregados miúdos.

Quanto ao pó de pedra granítica, percebemos uma distribuição uniforme apesar de estar fora dos limites ótimos da norma. Segundo Mehta e Monteiro (2008), os agregados de granulometria contínua, que não apresentam excesso ou deficiências de partículas de qualquer dimensão, produzem as misturas de concreto mais trabalháveis e econômicas, entretanto deve-se avaliar as demais características, tais como a dimensão máxima característica e o módulo de finura do agregado, como vemos na tabela 1.

Tabela 1: Módulo de finura e diâmetro máximo dos agregados miúdos

Ensaio	Areia	Pó de pedra basáltica	Pó de pedra granítica
Diâmetro Máximo (mm)	2,40	4,78	4,78
Módulo de Finura	2,37	3,39	2,80

Fonte: Do autor, 2017.

Ainda segundo Mehta e Monteiro (2008), a relação entre o módulo de finura e a granulometria do agregado é de igual proporção, ou seja, quanto maior o módulo de finura, mais graúdo é o agregado. É o que vemos para o pó de pedra Basáltica, que apresenta um elevado módulo de finura ao mesmo tempo em que apresenta uma curva granulométrica acima dos limites de norma. Já a relação entre o módulo de finura da areia e do pó de pedra Granítica, é mais próxima, o que significa que, em teoria, as características do concreto no estado fresco, quando utilizado estes materiais, seriam parecidas, não fosse a dimensão máxima característica do pó de pedra ser maior que a dimensão característica da areia. Entretanto, segundo Mehta e Monteiro (2008), de maneira geral, quanto maior a dimensão máxima característica, menor é a área superficial a ser coberta pela pasta de cimento, o que significaria uma redução no custo de fabricação do concreto, porém, a presença de substâncias deletérias, como materiais finos passantes na peneira de número 200, pode interferir de maneira significativa na quantidade de pasta de cimento necessária para cobrir todos os agregados.

3.1.2 Substâncias deletérias

As substâncias deletérias presentes nos agregados, dependendo da quantidade, interferem diretamente nas características do concreto, seja no estado fresco ou endurecido (NEVILLE, 1997).

Agregados oriundos de jazidas eólicas ou de leito de rio podem apresentar materiais finos argilosos e orgânicos, difíceis de serem removidos das partículas duras de quartzo e que podem interferir nas reações químicas de hidratação do cimento (NEVILLE, 1997).

O pó de pedra, encontrado em materiais oriundos de britagem, formado através da fragmentação da rocha mãe, pode formar películas semelhantes às formadas por argila como também pode aparecer na forma de partículas soltas e, devido à grande área de molhagem, aumentam a demanda de água da mistura (NEVILLE, 1997). A tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios realizados segundo instruções normativas.

Tabela 2: Substâncias deletérias presente nos materiais

Ensaio	Areia	Pó de pedra basáltica	Pó de pedra granítica
Pulverulento passante na peneira 75µm por lavagem (%)	1,00	15,75	9,84
Torrões de argila e materiais friáveis (%)	0,87	1,89	0,64

Fonte: Do autor, 2017.

Para agregados oriundos de jazidas naturais, a NBR 7211/2011 determina a quantidade máxima de material passante na peneira com abertura de malha de 75 µm, como sendo 3% para concretos submetidos ao desgaste superficial e 5% para concretos protegidos do desgaste superficial. Assim sendo, vemos que o agregado natural estudado não ultrapassa tais limites.

De acordo com a NBR 7211/2011, a quantidade de material fino passante na peneira com abertura de malha de 75 µm para agregados provenientes de britagem de rochas pode atingir o valor de 10% para concretos submetidos a desgaste superficial, e 12% para concretos protegidos de desgaste superficial, desde que seja possível comprovar por apreciação petrográfica que os grãos constituinte acima de 150 µm não gerem finos que interfiram nas propriedades do concreto, como micáceos, ferruginosos e argilominerais expansivos.

Apesar do significativo aumento permitido por norma, apenas o pó de pedra granítica obedece tal especificação, enquanto que o pó de pedra basáltica ultrapassa tal limite.

A alta quantidade de água de molhagem necessária para envolver este material, faz com que seja necessário o aumento da quantidade de água e consequentemente de

cimento na mistura, o que, além provocar o aumento no custo de fabricação, aumenta a retração e a permeabilidade do concreto (MENOSSO, 2004).

Os materiais friáveis, em sua maioria constituídos de madeira, argila ou carvão, podem ocasionar falhas na superfície do concreto devido a sua baixa resistência mecânica (WEIDMANN, 2008). A norma NBR 7211/2011 estabelece o limite de 3% para os agregados miúdos, sendo assim, todos os materiais analisados respeitam a normatização, apesar de o pó de pedra basáltica ter apresentado o valor mais elevado, talvez devido aos materiais finos aderidos à superfície das partículas maiores e que, com o processo de lavagem, acabaram saindo por via úmida e interferindo nos resultados.

Mesmo sabendo das interferências ocasionadas pela presença destes materiais, foi optado pela não retirada dos mesmos uma vez que o intuito do trabalho é a utilização do material como ele sai do processo de britagem.

3.1.3 Absorção de água e massa específica

Segundo Sbrighi Neto (2011), a quantidade máxima de absorção de água do agregado está relacionada com a porosidade do mesmo, que por sua vez está relacionada com a aderência entre o agregado e a pasta cimentícia (SBRIGHI NETO, 2011).

Mehta e Monteiro (2008) apresentam a definição para os três estados de saturação dos agregados. Quando todos os poros permeáveis estão saturados, mas o agregado não apresenta uma camada de água em sua superfície, dá-se o nome a essa condição de saturado superfície seca (S.S.S.); quando o agregado está completamente saturado, apresentando uma camada de água adsorvida a sua superfície, dizemos que o agregado está saturado. Quando o agregado está na condição seca em estufa, entendemos que toda a água presente foi eliminada através de aquecimento a 100°C em estufa.

A tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios realizados para determinação da absorção e massas específicas de agregados miúdos de acordo com a NBR NM 52.

Tabela 3: Resultado dos ensaios de caracterização

Ensaio	Areia	Pó de pedra basáltica	Pó de pedra granítica
Absorção de água (%)	0,39	1,56	0,79
Massa Específica Seca (g/cm ³)	2,36	2,48	2,36
Massa Específica S.S.S. (g/cm ³)	2,37	2,52	2,38
Massa Específica (g/cm ³)	2,39	2,58	2,40

Fonte: Do autor, 2017.

Os resultados salientam o efeito da quantidade de finos presentes no material, uma vez que seguem o mesmo padrão percebido no ensaio anterior, vemos que a água de molhagem está relacionada com a quantidade de finos presentes no material, que por sua vez influencia na trabalhabilidade do concreto fresco, uma vez que, durante a concretagem, o concreto confeccionado com o pó de pedra basáltica apresentou a pior situação com relação a essa característica.

3.1.4 Trabalhabilidade das misturas

Após a caracterização dos materiais, foi realizado o ensaio experimental para determinação da relação água/cimento necessária para que o traço de referência apresentasse o slump de 10 ± 2 cm, onde se obteve o valor de 0,63. A partir daí, foi realizada a mistura dos demais traços do trabalho obedecendo-se esta relação e o slump atingido.

Para a mistura realizada com o pó de pedra granítica, percebeu-se que o concreto apresentava um slump de 2 cm quando somente utilizada a água prevista para o traço. Quanto às características do concreto, percebeu-se uma textura mais áspera que a referência, possivelmente devido aos finos presentes no material. Adicionou-se, então, aditivo plastificante para que fosse atingido o slump de 10 ± 2 cm.

Para a mistura realizada com pó de pedra basáltica, percebeu-se que o concreto ficaria inutilizável sem a adição de aditivo plastificante, uma vez que a mistura apresentou um slump zero. Para se alcançar o slump desejado, a quantidade de aditivo plastificante utilizada foi quase o dobro da quantidade utilizada no traço realizado com pó de pedra granítica.

A tabela 4 apresenta as características de cada traço realizado.

Tabela 4: Características dos traços utilizados

Corpos de prova	Grupos	Cimento	Agregado Miúdo	Agregado Graúdo	A/C	Aditivo
Corpos de prova 10x10x35cm	Referência	1	3	3	0,63	0
	Pó de pedra basáltica	1	3	3	0,63	10,2 g
	Pó de pedra granítica	1	3	3	0,63	5,5 g

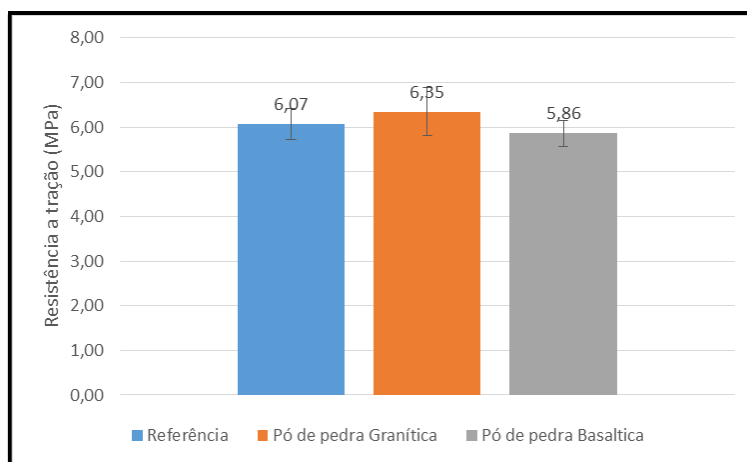
Fonte: Do autor, 2017.

Observou-se durante a moldagem dos corpos de prova, os diferentes níveis de argamassa alcançados com cada traço. Para o traço realizado com pó de pedra granítica observou-se uma leve dificuldade de adensamento do concreto quando comparado com o traço de referência, já para o traço realizado com pó de pedra basáltica, a aparente falta de argamassa na mistura gerou um concreto “áspero” e difícil de adensar.

3.1.5 Ensaios mecânicos

Após a cura úmida por 28 dias, foram realizados os ensaios de flexão a três pontos, para determinação da resistência a tração na flexão, e posteriormente para determinação da resistência à compressão. A figura 5 apresenta os resultados obtidos para o ensaio de flexão a três pontos.

Figura 5: Média dos resultados do ensaio de flexão a três pontos

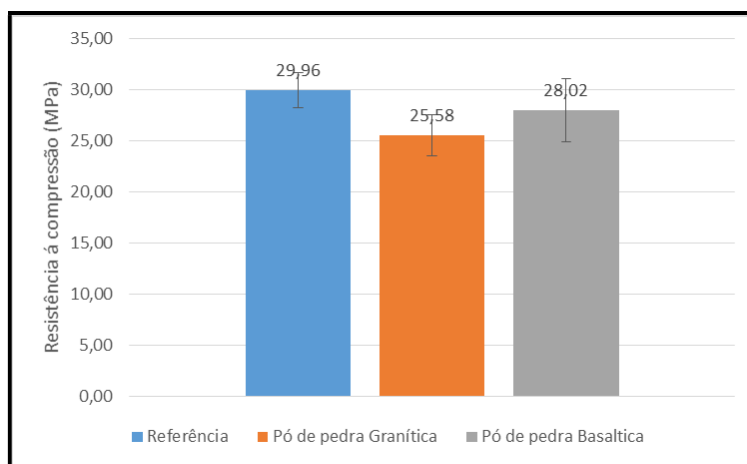


Fonte: Do autor, 2017.

Podemos perceber um aumento de 4,53% na resistência à tração do concreto confeccionado com o pó de pedra granítica, enquanto que o concreto com pó de pedra basáltica apresentou uma redução de 3,46%.

Logo após a realização do ensaio de flexão, as partes restantes do processo foram ensaiadas a compressão axial. A figura 6 demonstra a média dos resultados obtidos.

Figura 6: Média dos resultados do ensaio de compressão axial



Fonte: Do autor, 2017.

Percebe-se que, mesmo apresentando uma quantidade superior de material pulverulento, o pó de pedra basáltica produziu um traço com resistência superior ao traço com pó de pedra granítica, e muito próxima à resistência alcançada com o traço de referência.

Analisando os resultados obtidos por Rômulo Tadeu Menossi, onde se observou uma significativa melhora na resistência à compressão dos concretos confeccionados com o pó de pedra basáltica, percebe-se que a composição granulométrica do material utilizado por ele é mais fina que a composição de ambos os materiais utilizados neste trabalho, fato que pode ter ocasionado resultado diferente.

3.1.6 Análise de variância

Os dados obtidos com os ensaios de tração na flexão e compressão foram organizados e submetidos a uma análise estatística de variância (ANOVA) com o auxílio do software Microsoft Excel.

O valor p obtido no método está relacionado com a significância dos resultados obtidos. Caso o valor p seja maior ou igual a 0,05, significa que as amostras podem ser consideradas iguais com 95% de precisão, caso contrário, as amostras podem ser consideradas diferentes com o mesmo nível de confiança. Isso é confirmado quando analisamos o valor F, onde este, quando menor que F crítico, confirma o grau de igualdade das amostras, não havendo variação significativa.

A tabela 5 apresenta as análises estatísticas realizadas para os resultados obtidos através do ensaio de flexão.

Tabela 1: Resultados ANOVA para o ensaio de flexão

	Entre a referência e o pó de pedra basáltica	Entre a referência e o pó de pedra granítica	Entre os pós de pedras
Valor p	0,381	0,421	0,162
F	0,892	0,745	2,534
F crítico	5,987	5,987	5,987

Fonte: Do autor, 2017

Mesmo com a curva granulométrica do pó de pedra basáltica fora dos limites recomendados pela norma, de acordo com a análise estatística, os resultados não apresentam diferença significativa entre os traços em estudo, ou seja, a substituição do agregado natural, pelo pó de pedra basáltica e granítica, não afetou a propriedade de resistência à tração do concreto.

A tabela 6 apresenta as análises estatísticas realizadas para os resultados obtidos através do ensaio de compressão axial.

Tabela 6: Resultados ANOVA para o ensaio de flexão

	Entre a referência e o pó de pedra basáltica	Entre a referência e o pó de pedra granítica	Entre os pós de pedras
Valor p	0,319	0,016	0,237
F	1,182	10,881	1,723
F crítico	5,987	5,987	5,987

Fonte: Do autor, 2017

Analizando os valores obtidos através da análise estatística, observamos que apenas o traço realizado com o pó de pedra granítica apresenta variação significativa com relação ao traço de referência. Já para o traço realizado com o pó de pedra basáltica, a análise estatística demonstrou que não há diferença significativa entre os resultados.

4 CONCLUSÃO

As conclusões aqui apresentadas limitam-se aos materiais utilizados nesta pesquisa, desta forma, através dos ensaios realizados e resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A caracterização destes materiais mostrou o principal motivo de não serem utilizados em larga escala como agregados miúdos para o concreto. O alto nível de partículas finas reflete na necessidade de aumento do consumo de água e consequentemente de cimento, deixando-o assim, mais oneroso.
- O principal fator que diferencia o concreto realizado com o agregado natural com os de britagem, é a elevada dificuldade de adensamento da mistura devido ao aparente baixo teor de argamassa, o que pode acarretar em falhas de concretagem, além de dificultar o seu transporte através de bombas pneumáticas.
- Quando se pensa em simplesmente substituir o agregado natural pelo de britagem, o pó de pedra granítica é o que mais se assemelha pois, apesar de apresentar uma redução na resistência a compressão, não evidencia na mesma proporção, a aparente falta de argamassa no traço realizado com pó de pedra basáltica.
- O pó de pedra basáltica, apesar de apresentar características não aceitas pelas normas em vigência, alcançou resistências mecânicas muito próximas das alcançadas com o agregado natural, quando empregado no concreto.
- Por fim, pode-se afirmar com 95% de certeza, que os concretos realizados com pó de pedra basáltica são iguais aos concretos realizados com areia no

que diz respeito às características mecânicas de tração na flexão e compressão

- O concreto realizado com o pó de pedra granítica, apresentou significativa redução de sua resistência à compressão.

4.1 Sugestões para trabalhos futuros

Determinar o traço específico para cada material estudado neste artigo, afim de se comparar o teor ótimo de argamassa e o aumento na quantidade de cimento com relação aos traços realizados com agregados convencionais.

Verificar o efeito filer causado pelos finos presentes nos pós de pedras e se estes influenciam nas resistências mecânicas do concreto ao longo do tempo.

5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12142**: Concreto — Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7218**: Agregados — Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46**: Agregados — Determinação do material fino que passa através da peneira 75 μm por lavagem. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

EUROPEAN STANDARDS. **CSN EN 12390-3**: Ensaio de Concreto Endurecido – Resistência à compressão dos corpos de prova de ensaio. Portugal, 2003

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M.. **Concreto**: Microestrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo: Ibracon, 2008. 673 p. Tradução de Cristina Borba.

MENOSSEI, Rômulo Tadeu. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto**. 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira, 2004.

NEVILLE, Adam M. **Propriedades do concreto**. Londres: Pini, 1997.

SBRIGHI NETO, Claudio. Agregados naturais, britados e artificiais para concreto. In: PASSUELLO, Alexandra et al (Ed.). **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Geraldo C. Isaia, 2011. Cap. 7. p. 233-260

WEIDMANN, Denis Fernandes. **Contribuição ao estudo da influência da forma e da composição granulométrica de agregados miúdos de britagem nas propriedades do concreto de cimento portland**. 2008. 273 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2008.